

10/8155 FF



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 100 05 296 A 1

⑯ Int. Cl. 7:
H 01 L 51/10
H 01 L 51/20
H 05 B 33/04

⑯ Aktenzeichen: 100 05 296.7
⑯ Anmeldetag: 7. 2. 2000
⑯ Offenlegungstag: 16. 8. 2001

⑯ Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE
⑯ Vertreter:
Zimmermann & Partner, 80331 München

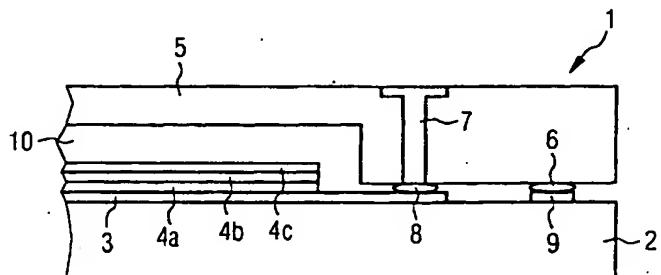
⑯ Erfinder:
Heimgärtner, Rudolf, 93047 Regensburg, DE; Petter, Franz, 85247 Schwabhausen, DE

⑯ Entgegenhaltungen:
DE 198 45 075 A1
ÜS 58 74 804
EP 9 71 564 A2
WO 98 53 644 A1
WO 97 46 042 A1
BURROWS, P.E. et.al.: "Reliability and degradation of organic light emitting devices" in "Appl.Phys.Lett." 65 (1994) 23, pp. 2922-2924;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung und Verfahren zu deren Herstellung

⑯ Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung, bereitgestellt, die folgende Merkmale aufweist: ein Substrat, zumindest eine aktive Schicht eines strahlungsemittierenden organischen Materials, einen Deckel und eine Dichtung zwischen dem Substrat und dem Deckel, so daß ein Innenraum zwischen dem Substrat und dem Deckel gasdicht abgeschlossen ist. Die erfindungsgemäßige Vorrichtung besitzt den Vorteil, daß durch die Dichtung die aktive Schicht vor Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft geschützt ist. Dementsprechend weist die erfindungsgemäßige Vorrichtung eine hohe Lebensdauer auf. Weiterhin können alle Vorteile, die auf der Verwendung von organischen, lichterzeugenden Dioden beruhen, auf einfache und kostengünstige Weise genutzt werden.



DE 100 05 296 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung insbesondere Licht, und ein Verfahren zu deren Herstellung. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere eine Anzeige auf der Basis von organischen, lichterzeugenden Dioden (OLED, organic light-emitting diodes).

Organische, lichterzeugende Dioden werden seit geraumer Zeit experimentell untersucht und in der Praxis angewendet. Typischerweise umfaßt eine organische, lichterzeugende Diode ein Substrat, zwei leitende Schichten und eine aktive Schicht, die zwischen den beiden leitenden Schichten angeordnet ist. Dabei kann die aktive Schicht auch aus einer Schichtenfolge mehreren Schichten bestehen. Weiterhin umfaßt eine organische, lichterzeugende Diode in der Regel zwei Elektroden, welche jeweils benachbart zu den leitenden Schichten angeordnet sind. Wird eine Spannung an die Diode angelegt, so fließen Elektronen bzw. Löcher von den Elektroden über die leitenden Schichten in die aktive Schicht. Wenn sich die Elektronen und die Löcher in der aktiven Schicht treffen, wird Strahlung, üblicherweise Licht, erzeugt. Die Wellenlänge der erzeugten Strahlung, d. h. die Farbe des erzeugten Lichts, hängt dabei wesentlich von dem Material der aktiven Schicht ab. Typischerweise ist dabei zumindest eine der Elektroden für die erzeugte Strahlung transparent, so daß die erzeugte Strahlung durch diese Elektrode hindurch geführt werden kann.

Organische lichterzeugende Dioden weisen gegenüber herkömmlichen Anzeigen wie beispielsweise LCD-Anzeigen (liquid crystal display) eine Reihe von Vorteilen auf. In der Regel genügt es, wenn organische, lichterzeugende Dioden mit einer geringen Spannung (etwa 5 Volt) betrieben werden. Da sie weiterhin auch bei einem geringen Strom eine relativ große Helligkeit besitzen, weisen sie bei üblichen Anwendungen einen geringen Energieverbrauch auf. Wird eine dünne aktive Schicht verwendet, besitzen organische lichterzeugende Dioden sehr kurze Antwortzeiten. Darüber hinaus sind sie im Vergleich zu LCD's relativ einfach herzustellen und im Betrieb relativ einfach zu handhaben. Aufgrund der Tatsache, daß organische, lichterzeugende Dioden selbstleuchtend sind, sind sie in der Regel gut erkennbar und sie können über einen großen Winkelbereich betrachtet werden.

Aufgrund ihrer Vorteile können Anzeigen auf der Basis von organischen, lichterzeugenden Dioden in einer Vielzahl von Geräten eingesetzt werden. Als Beispiele seien hier tragbare Computer, PDAs (personal digital assistants) sowie tragbare Telefone erwähnt.

Leider besitzen Anzeigen auf der Basis von organischen, lichterzeugenden Dioden auch eine Reihe von schwerwiegenden Nachteilen, welche ihre breite Anwendung bisher verhindert haben. Insbesondere die Stabilität der aktiven Schicht über einen langen Zeitraum stellt ein schwieriges Problem dar. Kommt die aktive Schicht mit Feuchtigkeit bzw. Sauerstoff aus der Umgebungsluft in Kontakt, verkürzt sich die Lebensdauer der aktiven Schicht deutlich. Auch das Material der Elektroden kann durch den Sauerstoff in der Umgebungsluft bzw. durch die Feuchtigkeit in der Umgebungsluft geschädigt werden.

Daher muß eine organische, lichterzeugende Diode von Einflüssen aus der Umgebung geschützt werden. Leider hat es sich herausgestellt, daß die Verfahren und Methoden, die üblicherweise zum Schutz von herkömmlichen Anzeigen eingesetzt werden, bei Anzeigen auf der Basis von organischen, lichterzeugenden Dioden nicht angewendet werden können. So können beispielsweise Harzsichten, die zum Schutz von herkömmlichen Anzeigen eingesetzt werden, für

Anzeigen auf der Basis von organischen, lichterzeugenden Dioden nicht verwendet werden, da Lösungsmittel, die für die Herstellung der Harzsicht verwendet werden, in die aktive Schicht eindringen und deren Eigenschaften negativ beeinflussen können.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung bereitzustellen, die die genannten Probleme vermindert bzw. ganz vermeidet. Weiterhin ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Vorrichtung bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß von der Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung nach dem unabhängigen Patentanspruch 1 sowie dem Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung nach dem unabhängigen Patentanspruch 9 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

Erfundungsgemäß wird eine Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung, bereitgestellt, die folgende Merkmale aufweist:

- a) ein Substrat,
- b) zumindest eine aktive Schicht eines strahlungsemittierenden organischen Materials,
- c) ein Deckel, und
- d) eine Dichtung zwischen dem Substrat und dem Deckel, so daß ein Innenraum zwischen dem Substrat und dem Deckel gasdicht abgeschlossen ist.

Die erfundungsgemäße Vorrichtung besitzt den Vorteil, daß durch die Dichtung die aktive Schicht vor Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft geschützt ist. Dementsprechend weist die erfundungsgemäße Vorrichtung eine hohe Lebensdauer auf. Weiterhin können alle Vorteile, die auf der Verwendung von organischen, lichterzeugenden Dioden beruhen, auf einfache und kostengünstige Weise genutzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtung eine metallische Lötverbindung. Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Dichtung die Metalle Gold und Zinn oder die Metalle Gold und Silber enthält.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung eine leitfähige Schicht, insbesondere eine ITO-Schicht, zwischen der aktiven Schicht und dem Substrat auf.

Weiterhin ist es bevorzugt, wenn in den Deckel Leiterbahnen integriert sind. Dabei ist es insbesondere bevorzugt, wenn die in den Deckel integrierten Leiterbahnen über Lötverbindungen mit der leitfähigen Schicht verbunden sind. Auf diese Weise können die Dichtung und die elektrischen Kontakte in einem Arbeitsgang hergestellt werden. Dementsprechend kann auf eine nachträgliche Bildung der elektrischen Kontakte nach der Bildung der Dichtung verzichtet werden. Eine nachträgliche Bildung der elektrischen Kontakte bedeutet in der Regel, daß die elektrischen Kontakte durch die Dichtung geführt werden müssen, was einen erhöhten Montageaufwand nach sich zieht. Auch auf einen internen Verbindungsprozeß, beispielsweise eine Drahtklemmung, kann verzichtet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Deckel aus keramischen Material, insbesondere Al_2O_3 , gebildet.

Weiterhin wird erfundungsgemäß ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung bereitgestellt, das folgende Schritte aufweist:

- a) ein Substrat wird bereitgestellt,

- b) auf dem Substrat wird zumindest eine Kontaktfläche für eine Dichtung bereitgestellt,
- c) zumindest eine aktiven Schicht eines strahlungsemittierenden organischen Materials wird aufgebracht, und
- d) ein Deckel wird über die Kontaktfläche mit dem Substrat verlötet, wodurch die Dichtung erzeugt wird, so daß ein Innenraum zwischen dem Substrat und dem Deckel gasdicht abgeschlossen ist.

Dabei ist es bevorzugt, wenn der Deckel unter Schutzgas mit dem Substrat verlötet wird. Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Dichtung und/oder die Lötverbindungen mit Laserstrahlen erzeugt werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2-4 ein erfundungsgemäßes Verfahren zur Herstellung der Vorrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Auf einem strahlungsdurchlässigen, insbesondere lichtdurchlässigen Substrat 2, beispielsweise einem Glassubstrat, ist eine leitende Schicht 3, beispielsweise eine ITO-Schicht (indium-doped tin oxide), angeordnet. Weiterhin ist auf der leitenden Schicht 3 eine erste aktive Schicht 4a angeordnet. Im vorliegenden Beispiel enthält die erste aktive Schicht 4a ein p-leitendes Polymer, beispielsweise Polyparaphenylens Vinylen (PPV), welches sowohl zur Leitung der positiven Ladungsträger (Löcher) als auch zur Emission von Licht eingesetzt wird. Auf der ersten aktiven Schicht 4a ist eine zweite aktive Schicht 4b angeordnet, welche n-leitendes Material PBD eingebettet in einer Polystyren Matrix enthält. Dabei wird das Material PBD sowohl zur Leitung der negativen Ladungsträger (Elektronen) als auch zur Emission von Licht eingesetzt. Auf der zweiten aktiven Schicht 4b ist wiederum eine Elektrode 4c, beispielsweise eine Calcium-, Lithium/Aluminium- oder Magnesium/Silber-Elektrode, angeordnet.

Zum Schutz der aktiven Schichten 4a und 4b sowie der Elektrode 4c ist ein Deckel 5 vorgesehen, der über eine Dichtung 6 und elektrische Kontakte 8 mit dem Substrat 2 verbunden ist. Zur Steuerung der aktiven Schichten 4a und 4b sind dabei in dem Deckel 5 Leiterbahnen 7 vorgesehen. Die Leiterbahnen 7 sind über die Kontakte 8 mit der leitenden Schicht 3 verbunden. Aufgrund der Dichtung 6 sind der Innenraum 10 zwischen dem Deckel 5 und dem Substrat 2 und insbesondere die aktiven Schichten 4a und 4b sowie die Elektrode 4c von der Umgebung isoliert. Dementsprechend kann weder Feuchtigkeit noch Sauerstoff aus der Umgebungsluft die aktiven Schichten 4a und 4b sowie die Elektrode 4c schädigen. Die Lebensdauer der aktiven Schichten 4a und 4b wird dadurch deutlich erhöht. Im vorliegenden Beispiel besteht das Substrat 2 aus Glas. Dementsprechend kann das von den aktiven Schichten 4a und 4b erzeugte Licht das Substrat 2 durchdringen.

Während des Betriebs der in Fig. 1 gezeigte Anzeige werden Löcher aus der ITO-Schicht 3 in die p-leitende, aktive Schicht 4a injiziert und wandern aufgrund der angelegten Spannung zu der Grenzfläche zwischen der aktiven Schicht 4a und der aktiven Schicht 4b. Gleichzeitig werden Elektronen aus der Elektrode 4c in die aktive Schicht 4b injiziert und wandern aufgrund der angelegten Spannung zu der Grenzfläche zwischen der aktiven Schicht 4a und der aktiven Schicht 4b. In der Umgebung der Grenzfläche zwischen der aktiven Schicht 4a und der aktiven Schicht 4b re kombinieren die Elektronen mit den Löchern, so daß Licht emittiert wird. Das aus den aktiven Schichten 4a und 4b emittierte

Licht dringt durch die ITO-Schicht 3 und das Substrat 2 und kann zur Darstellung von Informationen verwendet werden.

Im folgenden wird ein erfundungsgemäßes Verfahren beschrieben, das zur Herstellung einer Anzeige auf der Basis von organischen, lichterzeugenden Dioden, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist, verwendet werden kann. Dazu wird ein Substrat 2 aus Glas bereitgestellt. Nachfolgend wird eine leitende Schicht 3 auf das Substrat aufgebracht. Das Aufbringen der leitenden Schicht 3 kann beispielsweise mit einem CVD-Verfahren (chemical vapour deposition) erfolgen. Anschließend wird die leitenden Schicht 3 strukturiert, um beispielsweise die Kontaktflächen 9 zu erzeugen.

Danach wird die erste aktive Schicht 4a auf die leitenden Schicht 3 aufgebracht. Dabei kann beispielsweise das PPV durch ein sogenanntes "Spin-coating" Verfahren und eine sogenannte "Squeegee"-Technik auf die leitende Schicht 3 aufgebracht werden. Anschließend wird die zweite aktive Schicht 4b und die Elektrode 4c auf die erste aktive Schicht aufgebracht. Die sich daraus ergebende Situation ist in Fig. 2 gezeigt.

Anschließend wird der Deckel 5 bereitgestellt. Damit später die Dichtung 6 und die elektrischen Kontakte 8 in einem Arbeitsschritt erzeugt werden können, ist an der Unterseite des Deckels 5 bereits Lot-Material vorgesehen. Als Lot-Materialien könnten beispielsweise Au/Sn oder Au/Ag eingesetzt werden. Dabei kann das Lot-Material beispielsweise durch einen Siebdruck auf die Unterseite des Deckels 5 aufgebracht werden. Weiterhin weist der Deckel 5 Leiterbahnen 7 auf, über die von Außen eine elektrischen Verbindung zu der leitenden Schicht 3 aufgebaut werden kann. Der Deckel 5 wird dabei so über das Substrat 2 gehalten, daß das Lot-Material für die Dichtung 6 gegenüber der Kontaktfläche 9 und das Lot-Material für die elektrischen Kontakte 8 gegenüber der freiliegenden Fläche der leitenden Schicht 3 angeordnet ist. Die sich daraus ergebende Situation ist in Fig. 3 gezeigt.

Nachfolgend wird der Deckel 5 mit dem Substrat 2 in Kontakt gebracht und es werden durch die Verwendung von Laserstrahlen 11 sowohl die Dichtung 6 als auch die Lötverbindungen 8 (elektrische Kontakte) erzeugt. Die Laserstrahlen 11 werden dabei durch das Glas-Substrat 2 geführt und von dem Lotmaterial absorbiert. Die Erzeugung der Dichtung 6 und der Lötverbindungen 8 erfolgt dabei in einer Schutzgasatmosphäre oder im Vakuum. Damit ist die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung fertiggestellt.

Bezugszeichenliste

- 50 1 Vorrichtung
- 2 Substrat
- 3 leitende Schicht
- 4a aktive Schicht
- 4b aktive Schicht
- 4c Elektrode
- 5 Deckel
- 6 Dichtung
- 7 Leiterbahn
- 8 Lötverbindung
- 9 Kontaktfläche
- 10 Innenraum
- 11 Laserstrahl

Patentansprüche

1. Vorrichtung für die Emission elektromagnetischer Strahlung, insbesondere Licht, mit:
 - a) einem Substrat (2).

b) zumindest einer aktiven Schicht (4a, 4b) eines strahlungsemittierenden organischen Materials,
 c) einem Deckel (5), und
 d) einer Dichtung (6) zwischen dem Substrat (2)
 und dem Deckel (5), so daß ein Innenraum (10) 5
 zwischen dem Substrat (2) und dem Deckel (5)
 gasdicht abgeschlossen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die Dichtung (6) eine metallische Lötver-
 bindung ist. 10

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß die Dichtung (6) die Metalle Gold
 und Zinn oder die Metalle Gold und Silber enthält.

4. Vorrichtung nach einem der vorherstehenden An-
 sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung 15
 eine leitfähige Schicht (3) zwischen der aktiven
 Schicht und dem Substrat aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die leitfähige Schicht (3) eine ITO-
 Schicht ist. 20

6. Vorrichtung nach einem der vorherstehenden An-
 sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Deckel
 (5) Leiterbahnen (7) integriert sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die in den Deckel (5) integrierten Leiter-
 bahnen (7) über Lötverbindungen (8) mit der leitfähig-
 gen Schicht (3) verbunden sind. 25

8. Vorrichtung nach einem der vorherstehenden An-
 sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckel (5)
 aus keramischen Material, insbesondere Al_2O_3 , gebil-
 det ist. 30

9. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung für die
 Emission elektromagnetischer Strahlung, insbesondere
 Licht, mit den Schritten: 35

- a) ein Substrat wird bereitgestellt,
- b) auf dem Substrat wird zumindest eine Kon-
 taktfäche für eine Dichtung bereitgestellt,
- c) zumindest eine aktiven Schicht eines strah-
 lungsemittierenden organischen Materials wird
 aufgebracht, und 40
- d) ein Deckel wird über die Kontaktfläche mit
 dem Substrat verlötet, wodurch die Dichtung er-
 zeugt wird, so daß ein Innenraum zwischen dem
 Substrat und dem Deckel gasdicht abgeschlossen
 ist. 45

10. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß der Deckel unter Schutzgas mit dem Sub-
 strat verlötet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch ge-
 kennzeichnet, daß eine leitfähige Schicht, insbesondere 50
 eine ITO-Schicht, aufgebracht wird, welche zwischen
 der aktiven Schicht und dem Substrat angeordnet ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
 dadurch gekennzeichnet, daß in den Deckel Leiterbah-
 nen integriert sind. 55

13. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die in den Deckel integrierten Leiterbah-
 nen über Lötverbindungen mit der leitfähigen Schicht
 verbunden werden.

14. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekenn- 60
 zeichnet, daß die Lötverbindungen gleichzeitig mit der
 Dichtung erzeugt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
 dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung und/oder
 die Lötverbindungen mit Laserstrahlen erzeugt wer- 65

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

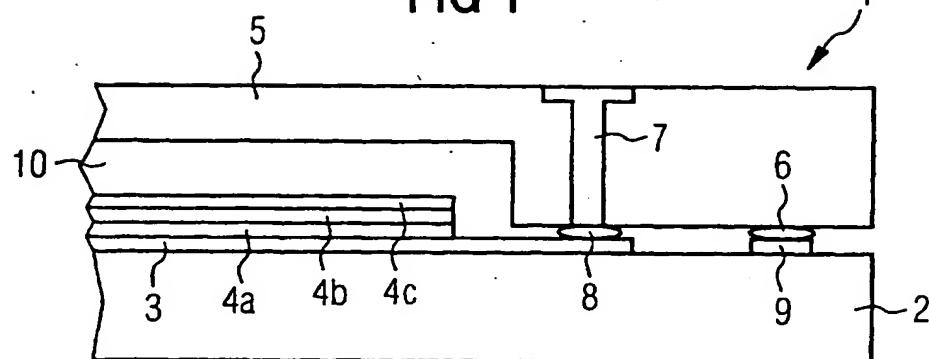


FIG 2

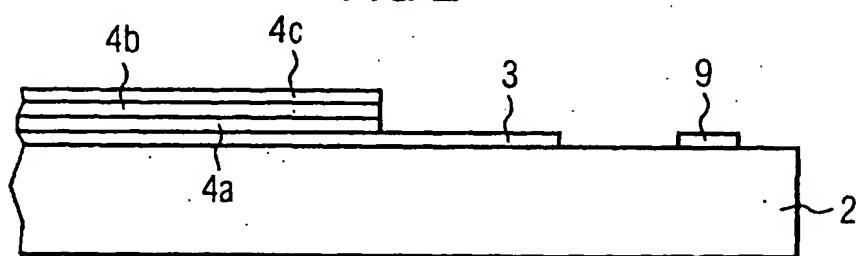


FIG 3

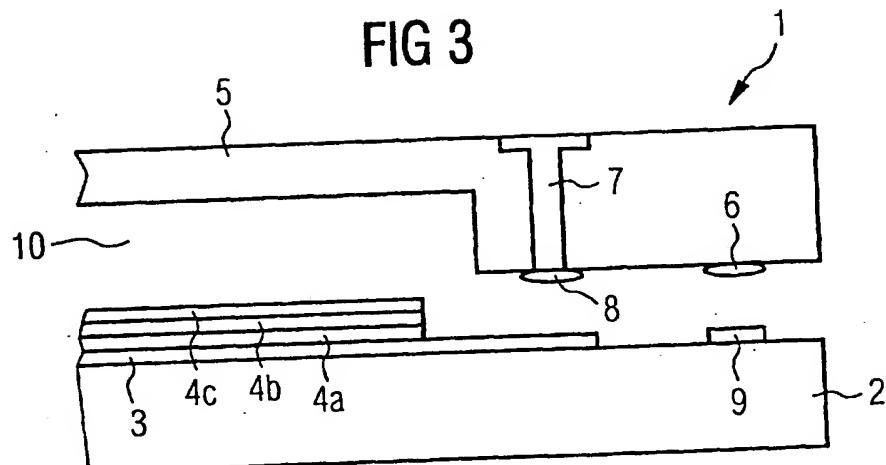
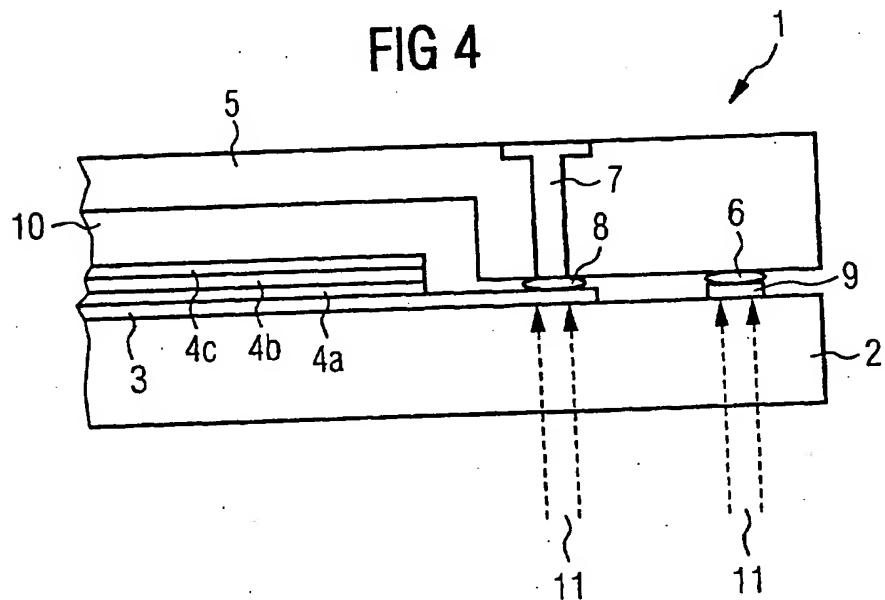


FIG 4



Device for emitting electromagnetic radiation and process for producing the device

Patent Number: US2003062829

Publication date: 2003-04-03

Inventor(s): PETTER FRANZ (DE); HEIMGARTNER RUDOLF (DE)

Applicant(s):

Requested Patent: DE10005296

Application Number: US20020214899 20020807

Priority Number(s): DE20001005296 20000207; WO2001EP01323 20010207

IPC Classification: H05B33/00

EC Classification: H01L51/52C

Equivalents: WO0157938

Abstract

A device for emitting electromagnetic radiation includes a substrate, at least one active layer of a radiation-emitting organic material, a cover, and a seal between the substrate and the cover so that an interior space between the substrate and the cover is closed off in a gas-tight manner. The seal protects the active layer against humidity from the ambient air. By using simple and cost-effective measures, the device thus has a long service life and benefits from all advantages of organic, light-emitting diodes

Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: P2003,0195

SERIAL NO: _____

APPLICANT: Wittmann et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100